



STAHLBAU



AUSGABE 4

ARBEITSHILFE HV-VERBINDUNGEN

nach **DIN EN 1993-1-8 / DIN EN 1090-2**
DIN EN 1993-1-8/NA / DIN EN 14399

- Rand- und Lochabstände
- Lochleibungstragfähigkeiten
- Abschertragfähigkeiten
- Durchstanzwiderstände
- Abmessungen und Klemmlängen
- Vorspannkkräfte, Anziehmomente, Drehwinkel
- Überprüfung der Vorspannung
- Gleitwiderstände

GET A GRIP.

Wer ein technisch und architektonisch anspruchsvolles Gebäude anschaut, denkt nicht gleich an Schrauben von **Friedberg**. Konstruktion und Bauweise beherrschen das Bild. Aber ohne hochwertige Schraubverbindungen sind viele bauliche Highlights nicht denkbar – und schon gar nicht umsetzbar.

Architekten und Planer im modernen Stahlbau verlassen sich daher seit vielen Jahren auf Verbindungstechnologie von **Friedberg**. Was unsere Werke verlässt, hat harte Prüfungen hinter sich, jede Menge Belastung vor sich – und besondere Werte in sich: zertifizierte Qualität, eine fundierte Entwicklung, dokumentierte Abläufe und unsere Erfahrung von über 130 Jahren.

Diese Arbeitshilfe für HV-Verbindungen gibt Ihnen einen Überblick über die technische Verwendbarkeit unserer Schrauben für den Hochbau und soll Ihnen als Begleiter bei der Anwendung von HV-Verbindungen in der täglichen Praxis die Arbeit erleichtern.

1

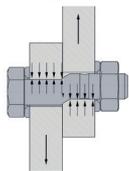
Bemessungskategorien, Ausführungsformen und Nachweiskriterien nach DIN EN 1993-1-8

Kategorie		Ausführungsform	Vorspannung	Nachweiskriterium
A	Scherverbindungen	Scher-/ Lochleibungs- verbindung	handfest angezogen	$F_{v,Ed} \leq \begin{cases} F_{v,Rd} \\ F_{b,Rd} \end{cases}$
B		Gleitfeste Verbindung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	planmäßig vorgespannt auf Mindestvorspannkraft $F_{p,C}$ nach DIN EN 1090-2	$F_{v,Ed,ser} \leq F_{s,Rd,ser}$ $F_{v,Ed} \leq \begin{cases} F_{v,Rd} \\ F_{b,Rd} \end{cases}$
C		Gleitfeste Verbindung im Grenzzustand der Tragfähigkeit	planmäßig vorgespannt auf Mindestvorspannkraft $F_{p,C}$ nach DIN EN 1090-2	$F_{v,Ed} \leq \begin{cases} F_{s,Rd} \\ F_{b,Rd} \end{cases}$ $\Sigma F_{v,Ed} \leq N_{net,Rd}$
D	Zugverbindungen	nicht vorgespannt	handfest angezogen	$F_{t,Ed} \leq \begin{cases} F_{t,Rd} \\ B_{p,Rd} \end{cases}$
E		Vorgespannt	planmäßig vorgespannt auf Mindestvorspannkraft $F_{p,C}$ nach DIN EN 1090-2 nicht voll vorgespannt auf Regelvorspannkraft $F_{p,C}^*$ nach DIN EN 1993-1-8/NA	

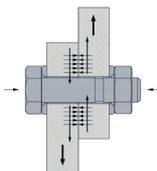
Anmerkung

Wird die Vorspannung nicht für den Gleitwiderstand eingesetzt, sondern aus anderen Gründen für die Ausführung oder als Qualitätssicherungsmaßnahme gefordert, dann kann die Höhe der Vorspannkraft gemäß Nationalem Anhang DIN EN 1993-1-8/NA berücksichtigt werden.

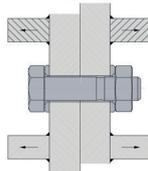
Kategorie A



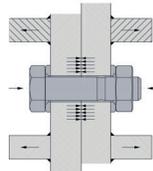
Kategorie B/C



Kategorie D



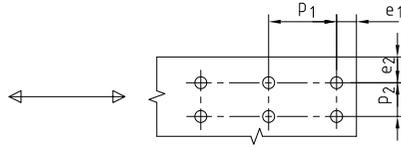
Kategorie E



2

Rand- und Lochabstände

Blechdicke t mit Lochdurchmesser d_0



	Randabstände		Lochabstände	
Min	e_1	$1,2 d_0$	p_1	$2,2 d_0$
	e_2	$1,2 d_0$	p_2	$2,4 d_0$
Max	e_1	$4 t + 40 \text{ mm}$	p_1	min $\left\{ \begin{array}{l} 14 t \\ 200 \text{ mm} \end{array} \right.$
	e_2		p_2	

3

Vorspannkraft $F_{p,c}$ und Voranziehmomente für das Kombinierte Verfahren entsprechend DIN EN 1090-2:2011-10 für HV-Garnituren der k-Klasse K1

Hinweis

Zum Erreichen des **höheren Vorspannkraftniveaus $F_{p,c}$ nach DIN EN 1090-2** sind FRIEDBERG HV-Garnituren mit dem kombinierten Verfahren zu verschrauben, da diese ausschließlich in der k-Klasse K1 hergestellt werden. Das Drehmomentverfahren ist in Kombination mit Garnituren der k-Klasse K1 zum Erreichen des Vorspannkraftniveaus $F_{p,c}$ nicht zulässig.

Schraubengröße	Mindestvorspannkraft $F_{p,c}$	Kombiniertes Verfahren	
		Voranziehmoment	Weiterdrehwinkel
M 12	59	75	gemäß nachfolgender Tabelle
M 16	110	190	
M 20	172	340	
M 22	212	490	
M 24	247	600	
M 27	321	940	
M 30	393	1240	
M 36	572	2100	

4

Stufenweises Anziehen und Weiterdrehwinkel beim Kombinierten Verfahren entsprechend DIN EN 1090-2:2011-10 für HV-Garnituren

1. Anziehschritt	Aufbringen des Voranziehmomentes gemäß obiger Tabelle für alle Elemente in einer Verbindung. Markierung der Lage aller Muttern relativ zu den Schraubengewinden.
2. Anziehschritt	Sichtprüfung mit Ergänzung von fehlenden Markierungen. Aufbringen des Weiterdrehwinkels in Abhängigkeit von der Klemmlänge.

Gesamtnenddicke Σt der zu verbindenden Teile (einschließlich Futterbleche und Scheiben)	Weiterdrehwinkel im zweiten Anziehschritt	
d=Schraubendurchmesser	Grad	Drehung
$\Sigma t < 2d$	60	1/6
$2d \leq \Sigma t \leq 6d$	90	1/4
$6d \leq \Sigma t \leq 10d$	120	1/3

Anmerkung

Ist die Oberfläche unter dem Schraubenkopf oder der Mutter (unter Berücksichtigung von gegebenenfalls eingesetzten Keilscheiben) nicht senkrecht zur Schraubenachse, sollte der erforderliche Weiterdrehwinkel durch Versuche bestimmt werden.

5

Vorspannkraft $F_{p,c}^*$ und Anziehdrehmomente für HV-Garnituren
entsprechend DIN EN 1993-1-8/NA:2010-12 für k-Klasse K1 nach DIN EN 14399-1

Schraubengröße	Regel- vor- spann- kraft $F_{p,c}^*$ kN	Drehimpuls- verfahren	Modifiziertes Drehmomentverfahren	Modifiziertes kombiniertes Verfahren
		Einstellende Vorspannkraft $F_{V,DI}$ kN	Aufzubringendes Anziehdrehmoment M_A Nm	Voranziehdrehmoment $M_{A,MKV}$ Nm
	Oberflächenzustand Garnitur feuerverzinkt, Mutter mit Molybdändisulfid behandelt und Garnitur wie hergestellt, Mutter mit Molybdändisulfid behandelt			
M 12	50	60	100	75
M 16	100	110	250	190
M 20	160	175	450	340
M 22	190	210	650	490
M 24	220	240	800	600
M 27	290	320	1250	940
M 30	350	390	1650	1240
M 36	510	560	2800	2100

6

Erforderliche Weiterdrehwinkel ϑ_{MKV} für das modifizierte kombinierte Verfahren

Gesamtenddicke Σt der zu verbindenden Teile (einschließlich aller Futterbleche und Scheiben) d =Schraubendurchmesser	Während des zweiten Anziehschrittes aufzubringender Weiterdrehwinkel ϑ_{MKV}	
	Grad	Drehung
$\Sigma t < 2d$	45	1/8
$2d \leq \Sigma t < 6d$	60	1/6
$6d \leq \Sigma t < 10d$	90	1/4
$10d < \Sigma t$	keine Empfehlung	keine Empfehlung

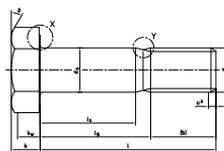
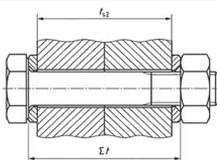
Anmerkung

Zum Erreichen der Vorspannkraft $F_{p,c}^*$ wird in der Praxis das modifizierte Drehmomentverfahren bevorzugt verwendet.

Korrosionsschutz und Auslieferungszustand

Die Schrauben, Muttern und Scheiben werden in feuerverzinkter Ausführung mit unter Prozessbedingungen geschmierter Mutter ausgeliefert. Das Innengewinde der Mutter ist nicht feuerverzinkt und lediglich durch die aufgebrauchte Schmierung vor Korrosion geschützt. Unsachgemäße Transport- und Lagerungsbedingungen können zu übermäßiger Korrosion des Innengewindes und damit zu einer Veränderung des beim Auslieferungszustand eingestellten Zusammenhangs zwischen Anziehdrehmoment und Vorspannkraft führen.

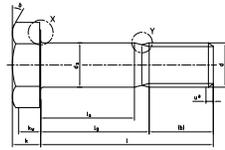
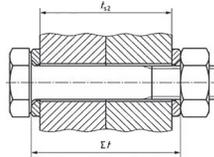
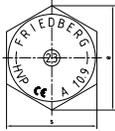
Abmessungen und Klemmlängen in mm



Schraubengröße	M 12	M 16	M 20	M 22	M 24	M 27	M 30	M 36
Gewinde- \varnothing d	12	16	20	22	24	27	30	36
Schaft- \varnothing HV $d_{s, \text{nom}}$	12	16	20	22	24	27	30	36
Schaft- \varnothing HVP $d_{s, \text{nom}}$	13	17	21	23	25	28	31	37
Kopfhöhe k_{nom}	8	10	13	14	15	17	19	23
Mutterhöhe m_{nom}	10	13	16	18	20	22	24	29
Schlüsselweite s_{max}	22	27	32	36	41	46	50	60
Eckenmaß e_{min}	23,91	29,56	35,03	39,55	45,20	50,85	55,37	66,44
Scheiben-Außen- \varnothing $d_{z, \text{max}}$	24	30	37	39	44	50	56	66
Scheibendicke h_{nom}	3	4	4	4	4	5	5	6
Schraubenlänge l_{nom}	Klemmlängenbereich Σt_{min} bis Σt_{max}							
35	16 - 21							
40	21 - 26	17 - 22						
45	26 - 31	22 - 27	18 - 23					
50	31 - 36	27 - 32	23 - 28	22 - 27				
55	36 - 41	32 - 37	28 - 33	27 - 32				
60	41 - 46	37 - 42	33 - 38	32 - 37	29 - 34			
65	46 - 51	42 - 47	38 - 43	37 - 42	34 - 39			
70	51 - 56	47 - 52	43 - 48	42 - 47	39 - 44	36 - 41		
75	56 - 61	52 - 57	48 - 53	47 - 52	44 - 49	41 - 46	39 - 44	
80	61 - 66	57 - 62	53 - 58	52 - 57	49 - 54	46 - 51	44 - 49	
85	66 - 71	62 - 67	58 - 63	57 - 62	54 - 59	51 - 56	49 - 54	43 - 48
90	71 - 76	67 - 72	63 - 68	62 - 67	59 - 64	56 - 61	54 - 59	48 - 53
95	76 - 81	72 - 77	68 - 73	67 - 72	64 - 69	61 - 66	59 - 64	53 - 58
100	81 - 86	77 - 82	73 - 78	72 - 77	69 - 74	66 - 71	64 - 69	58 - 63
105	86 - 91	82 - 87	78 - 83	77 - 82	74 - 79	71 - 76	69 - 74	63 - 68
110	91 - 96	87 - 92	83 - 88	82 - 87	79 - 84	76 - 81	74 - 79	68 - 73
115	96 - 101	92 - 97	88 - 93	87 - 92	84 - 89	81 - 86	79 - 84	73 - 78
120	101 - 106	97 - 102	93 - 98	92 - 97	89 - 94	86 - 91	84 - 89	78 - 83
125	106 - 111	102 - 107	98 - 103	97 - 102	94 - 99	91 - 96	89 - 94	83 - 88
130	111 - 116	107 - 112	103 - 108	102 - 107	99 - 104	96 - 101	94 - 99	88 - 93
135	116 - 121	112 - 117	108 - 113	107 - 112	104 - 109	101 - 106	99 - 104	93 - 98
140	121 - 126	117 - 122	113 - 118	112 - 117	109 - 114	106 - 111	104 - 109	98 - 103
145	126 - 131	122 - 127	118 - 123	117 - 122	114 - 119	111 - 116	109 - 114	103 - 108
150	131 - 136	127 - 132	123 - 128	122 - 127	119 - 124	116 - 121	114 - 119	108 - 113
155	136 - 141	132 - 137	128 - 133	127 - 132	124 - 129	121 - 126	119 - 124	113 - 118
160	141 - 146	137 - 142	133 - 138	132 - 137	129 - 134	126 - 131	124 - 129	118 - 123
165	146 - 151	142 - 147	138 - 143	137 - 142	134 - 139	131 - 136	129 - 134	123 - 128
170	151 - 156	147 - 152	143 - 148	142 - 147	139 - 144	136 - 141	134 - 139	128 - 133
175	156 - 161	152 - 157	148 - 153	147 - 152	144 - 149	141 - 146	139 - 144	133 - 138
180	161 - 166	157 - 162	153 - 158	152 - 157	149 - 154	146 - 151	144 - 149	138 - 143
185	166 - 171	162 - 167	158 - 163	157 - 162	154 - 159	151 - 156	149 - 154	143 - 148
190	171 - 176	167 - 172	163 - 168	162 - 167	159 - 164	156 - 161	154 - 159	148 - 153
195	176 - 181	172 - 177	168 - 173	167 - 172	164 - 169	161 - 166	159 - 164	153 - 158
200	181 - 186	177 - 182	173 - 178	172 - 177	169 - 174	166 - 171	164 - 169	158 - 163

Weitere Schraubenlängen können auf Anfrage hergestellt werden.

Abmessungen und Klemmlängen in mm



Schraubengröße	M 12	M 16	M 20	M 22	M 24	M 27	M 30	M 36	
Gewinde- \varnothing	d	12	16	20	22	24	27	30	36
Schaft- \varnothing HV	$d_{s, \text{nom}}$	12	16	20	22	24	27	30	36
Schaft- \varnothing HVP	$d_{s, \text{nom}}$	13	17	21	23	25	28	31	37
Kopfhöhe	k_{nom}	8	10	13	14	15	17	19	23
Mutterhöhe	m_{nom}	10	13	16	18	20	22	24	29
Schlüsselweite	s_{max}	22	27	32	36	41	46	50	60
Eckenmaß	e_{min}	23,91	29,56	35,03	39,55	45,20	50,85	55,37	66,44
Scheiben-Außen- \varnothing	$d_{z, \text{max}}$	24	30	37	39	44	50	56	66
Scheibendicke	h_{nom}	3	4	4	4	4	5	5	6
Schraubenlänge l_{nom}	Paketdicke $t_{s2, \text{min}}$ bis $t_{s2, \text{max}}$								
35	10 - 15								
40	15 - 20	9 - 14							
45	20 - 25	14 - 19	10 - 15						
50	25 - 30	19 - 24	15 - 20	14 - 19					
55	30 - 35	24 - 29	20 - 25	19 - 24					
60	35 - 40	29 - 34	25 - 30	24 - 29	21 - 26				
65	40 - 45	34 - 39	30 - 35	29 - 34	26 - 31				
70	45 - 50	39 - 44	35 - 40	34 - 39	31 - 36	26 - 31			
75	50 - 55	44 - 49	40 - 45	39 - 44	36 - 41	31 - 36	29 - 34		
80	55 - 60	49 - 54	45 - 50	44 - 49	41 - 46	36 - 41	34 - 39		
85	60 - 65	54 - 59	50 - 55	49 - 54	46 - 51	41 - 46	39 - 44	31 - 36	
90	65 - 70	59 - 64	55 - 60	54 - 59	51 - 56	46 - 51	44 - 49	36 - 41	
95	70 - 75	64 - 69	60 - 65	59 - 64	56 - 61	51 - 56	49 - 54	41 - 46	
100	75 - 80	69 - 74	65 - 70	64 - 69	61 - 66	56 - 61	54 - 59	46 - 51	
105	80 - 85	74 - 79	70 - 75	69 - 74	66 - 71	61 - 66	59 - 64	51 - 56	
110	85 - 90	79 - 84	75 - 80	74 - 79	71 - 76	66 - 71	64 - 69	56 - 61	
115	90 - 95	84 - 89	80 - 85	79 - 84	76 - 81	71 - 76	69 - 74	61 - 66	
120	95 - 100	89 - 94	85 - 90	84 - 89	81 - 86	76 - 81	74 - 79	66 - 71	
125	100 - 105	94 - 99	90 - 95	89 - 94	86 - 91	81 - 86	79 - 84	71 - 76	
130	105 - 110	99 - 104	95 - 100	94 - 99	91 - 96	86 - 91	84 - 89	76 - 81	
135	110 - 115	104 - 109	100 - 105	99 - 104	96 - 101	91 - 96	89 - 94	81 - 86	
140	115 - 120	109 - 114	105 - 110	104 - 109	101 - 106	96 - 101	94 - 99	86 - 91	
145	120 - 125	114 - 119	110 - 115	109 - 114	106 - 111	101 - 106	99 - 104	91 - 96	
150	125 - 130	119 - 124	115 - 120	114 - 119	111 - 116	106 - 111	104 - 109	96 - 101	
155	130 - 135	124 - 129	120 - 125	119 - 124	116 - 121	111 - 116	109 - 114	101 - 106	
160	135 - 140	129 - 134	125 - 130	124 - 129	121 - 126	116 - 121	114 - 119	106 - 111	
165	140 - 145	134 - 139	130 - 135	129 - 134	126 - 131	121 - 126	119 - 124	111 - 116	
170	145 - 150	139 - 144	135 - 140	134 - 139	131 - 136	126 - 131	124 - 129	116 - 121	
175	150 - 155	144 - 149	140 - 145	139 - 144	136 - 141	131 - 136	129 - 134	121 - 126	
180	155 - 160	149 - 154	145 - 150	144 - 149	141 - 146	136 - 141	134 - 139	126 - 131	
185	160 - 165	154 - 159	150 - 155	149 - 154	146 - 151	141 - 146	139 - 144	131 - 136	
190	165 - 170	159 - 164	155 - 160	154 - 159	151 - 156	146 - 151	144 - 149	136 - 141	
195	170 - 175	164 - 169	160 - 165	159 - 164	156 - 161	151 - 156	149 - 154	141 - 146	
200	175 - 180	169 - 174	165 - 170	164 - 169	161 - 166	156 - 161	154 - 159	146 - 151	

Weitere Schraubenlängen können auf Anfrage hergestellt werden.

17

Bemessungswerte des Durchstanzwiderstandes $B_{p,Rd}$ in kN Werkstoffe nach DIN EN 10025 mit einer Blechdicke von $t = 10\text{mm}$

Werkstoff Anbauteil	f_u N/mm ²	Schraubengröße							
		M 12	M 16	M 20	M 22	M 24	M 27	M 30	M 36
S235	360	122	151	179	202	231	260	283	340
S275	430	146	181	214	242	276	311	338	406
S355	490	167	206	244	275	315	354	386	463

18

Bemessungswerte des Gleitwiderstandes $F_{s,Rd}$ in kN

Grenzzustand	Vorspannkraft	Gleitflächenklasse	Reibungszahl μ	Schraubengröße							
				M 12	M 16	M 20	M 22	M 24	M 27	M 30	M 36
Gebrauchstauglichkeit	$F_{p,C}$	A	0,5	26,8	50,0	78,2	96,4	112	146	179	260
		B	0,4	21,5	40,0	62,5	77,1	89,8	117	143	208
		C	0,3	16,1	30,0	46,9	57,8	67,4	87,5	107	156
		D	0,2	10,7	20,0	31,3	38,5	44,9	58,4	71,5	104
	$F_{p,C}^*$	A	0,5	22,7	45,5	72,7	86,4	100	132	159	232
		B	0,4	18,2	36,4	58,2	69,1	80,0	105	127	185
		C	0,3	13,6	27,3	43,6	51,8	60,0	79,1	95,5	139
		D	0,2	9,1	18,2	29,1	34,5	40,0	52,7	63,6	92,7
Tragfähigkeit	$F_{p,C}$	A	0,5	23,6	44,0	68,8	84,8	98,8	128	157	229
		B	0,4	18,9	35,2	55,0	67,8	79,0	103	126	183
		C	0,3	14,2	26,4	41,3	50,9	59,3	77,0	94,3	137
		D	0,2	9,4	17,6	27,5	33,9	39,5	51,4	62,9	91,5
	$F_{p,C}^*$	A	0,5	20,0	40,0	64,0	76,0	88,0	116	140	204
		B	0,4	16,0	32,0	51,2	60,8	70,4	92,8	112	163
		C	0,3	12,0	24,0	38,4	45,6	52,8	69,6	84,0	122
		D	0,2	8,0	16,0	25,6	30,4	35,2	46,4	56,0	81,6





AUGUST FRIEDBERG GMBH

Achternbergstraße 38 A
45884 Gelsenkirchen

Tel.: +49 (0) 2 09-91 32-0

Fax.: +49 (0) 2 09-91 32-178

E-mail: info@august-friedberg.de

www.august-friedberg.de

**CONNECTING RENEWABLE ENERGY
RELYING ON POWER TECHNOLOGY
SUPPLYING GERMAN QUALITY**

Seit über 125 Jahren verlassen sich viele Unternehmen auf Produkte aus dem Hause **Friedberg**. Was einst mit Schrauben für den Bergbau der Region begann, wuchs zu einem umfassenden Programm hochwertiger Verbindungen und Befestigungssysteme.

Friedberg ist nicht nur eines der traditionsreichsten Unternehmen der Branche, sondern auch einer der Marktführer im Bereich hochwertiger Verbindungstechnologie. Unsere Anfänge liegen im Bergbau, der damals wichtigsten Industrie an unserem Standort im zentralen Ruhrgebiet. Mit dem industriellen Boom begann früh der Schritt von **Friedberg** in Hochtechnologie-Branchen wie Automobil- und Fahrzeugbau, Maschinen- und Anlagenbau, konstruktiver Hochbau und Spezialprodukte für andere Bereiche. Heute ist **Friedberg** der führende Hersteller auch von Verschraubungstechnik in der wegweisenden Windenergie-Technik. Von der Fundamentbefestigung bis hin zur Turmverschraubung und Rotorblatt-Verschraubung bestehen heute viele Windkraftanlagen weltweit buchstäblich von oben bis unten aus unserem Material.

Umfassende Entwicklungen, sorgfältige Produktions- und Vergütungsprozesse, Qualitäts- und Sicherheitsprüfungen wie Härteprüfungen, Reibwertprüfungen, Schlibbildanalysen bis hin zu Zerreißproben garantieren höchste Sicherheit und ausgezeichnete Ergebnisse, mit denen **Friedberg** auf allen Märkten der Welt präsent ist.